

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Aktenzeichen:

103 47 080.8

Anmeldetag:

10. Oktober 2003

Anmelder/Inhaber:

Frenzelit Werke GmbH & Co KG, 95460 Bad Bern-
eck/DE

Bezeichnung:

Flachdichtungswerkstoff in Form einer faserverstärk-
ten Folie

IPC:

C 08 J, C 09 D, C 09 K

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 25. Oktober 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Schäfer

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Flachdichtungswerkstoff, insbesondere für
5 Zylinderkopfdichtungsanwendungen, in Form einer faserverstärkten Folie, herstellbar durch
Verpressung von wenigstens einer oder mehrerer Faservliesmatten, enthaltend mindestens eine
erste Faser mit einem Hochleistungsthermoplasten als Schmelzfaser mit einem Gewichtsanteil
von 30 bis 90 %, und mindestens einer zweiten Verstärkungsfasern aus einem
Hochleistungswerkstoff, dessen Temperaturstabilität größer ist als die der Schmelzfaser, mit
10 einem Gewichtsanteil von 10 bis 70 %, sowie 3 bis 10 Gewichtsprozent eines Binders, wobei die
Gewichtsanteile auf die gesamte Formulierung der Faservliesmatte bezogen sind, mit der
Maßgabe, dass die mittlere Faserlängenverteilung der Schmelzfaser kleiner ist als die der
Verstärkungsfasern, unter Druck und erhöhter Temperatur zu einer faserverstärkten Folie.

Neue Deutsche Patentanmeldung

Titel:

Flachdichtungswerkstoff in Form einer faserverstärkten Folie

Anmelder:

Frenzelit-Werke GmbH & Co. KG

Unser Zeichen:

91561 DE (BE/ST)

Datum:

10. Oktober 2003

BESCHREIBUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft einen neuartigen Flachdichtungswerkstoff, der durch Verpressung von einer oder mehreren Faservliesmatten unter Druck und Temperatur zu einem so genannten composite film, d. h. zu einer faserverstärkten Folie konsolidiert wird. Der Flachdichtungswerkstoff eignet sich zur Verwendung für Dichtungen und insbesondere für Zylinderkopfdichtung. Der erzeugte composite film bzw. die faserverstärkte Folie weisen Schichtstärken von minimal 25 µm auf, welche in einem Arbeitsgang aus einer Vlieslage realisiert werden können.

Die vorliegende Erfindung betrifft daher auch Dichtungen, insbesondere Zylinderkopfdichtungen, die aus dem zuvor erwähnten neuartigen Flachdichtungswerkstoff, der gegebenenfalls auf ein flächiges metallisches Substrat aufgebracht sein kann, bestehen.

Im Stand der Technik dienen bei Dichtungen Beschichtungen oft nicht nur lediglich dazu, die beschichteten Materialien gegen Medieneinflüsse oder Ähnliches zu schützen, sondern auch dazu, die Abdichtungseigenschaften der Dichtung zu verbessern. Dazu muss eine hohe Anpassungsfähigkeit der Beschichtung an die abzudichtenden Gegenflächen geschaffen werden, um so Unebenheiten etc. auszugleichen. Weiterhin muss die Beschichtung gleichzeitig eine gewisse Rückfederung aufweisen, um dynamische Bauteilschwingungen auszugleichen. Sofern sie nicht durch Rückfederung der Sickenelemente in der Dichtung ausreichend gegeben ist, kommt der Beschichtung eine entscheidende Abdichtungsfunktion zu.

Bei bestimmten Anforderungsprofilen sind zusätzlich gute Dauergleiteigenschaften der Beschichtung und ein geringes Setzverhalten unter Einfluss von Druck und Temperatur gefordert. Gute Dauergleiteigenschaften sind gekoppelt an dauerhaft beständige Oberflächen mit geringstem Verschleiß.

Ein Beispiel einer Dichtung, welche sowohl gute Dauergleiteigenschaften als auch hohe Anpassungsfähigkeit an die abzudichtenden Gegenflächen aufweisen sollte, ist die Zylinderkopfdichtung. Bislang werden Zylinderkopfdichtungen üblicherweise mit einer dünnen Beschichtung von etwa einigen µm-Dicke versehen, welche die Anpassungsfähigkeit der Dichtung an Unebenheiten und Rauigkeiten der abzudichtenden Gegenflächen wie Motorblock

und Zylinderkopf verbessern sollen. Solche Beschichtungen sind üblicherweise Beschichtungen aus Kautschuk wie Fluorkautschuk, welche auf das metallische Substrat aufgetragen werden und weisen üblicherweise eine Dicke von etwa 20 µm auf. Ein derartiger Aufbau, d. h., ein metallisches mit einer Fluorkautschukbeschichtung versehenes Substrat stellt den zurzeit üblichen Aufbau einer so genannten MLS (multi-layer-steel)-Zylinderkopfdichtung dar. Ein großer Schwachpunkt von Fluorkautschukbeschichtungen ist dabei der hohe Reibungskoeffizient der Fluorkautschukbeschichtung zu den Dichtflächen, die relativ geringe Haftung der Beschichtung auf dem Stahlsubstrat, die relativ große Abhängigkeit der Standfestigkeit von der Betriebstemperatur und der Wärmestabilität und die damit einhergehende niedrige Verschleißbeständigkeit der Beschichtung.

DE 199 41 410 A1 beschreibt nun eine Beschichtung zum Aufbringen auf ein Metallsubstrat, welche wenigstens einen thermoplastischen Fluorkunststoff umfasst und deren Härte von der zum Aufbringen auf das Substrat bestimmten ersten Schicht in Richtung auf die vom Substrat abgelegene äußerste Beschichtungslage hin abnimmt. Der Härtegradient kann durch Zusatz von Füll- oder Verstärkungstoffen oder durch Zusatz wenigstens eines thermoplastischen Kunststoffes erreicht werden.

Das, in DE 199 41 410 A1 beschriebene Beschichtungsverfahren führt zu den im Handel erhältlichen Zylinderkopfdichtungen mit der Bezeichnung "Monomet®", die inzwischen für alle Motortypen z. B. Open Deck, Closed Deck, Otto, Diesel, Aluminium, Grauguss angeboten werden. Die Zylinderkopfdichtung "Monomet®" aus Stahl oder Aluminium liefert insbesondere auch bei Motoren für extreme Anforderungen signifikant reduzierte Ölverbräuche, und zwar nicht nur im Neuzustand. Die "Monomet®"-Zylinderkopfdichtung kann aber auch mit einer dauerhaften Mehrlagen-Kunststoff-Puverbeschichtung versehen sein, die unter extremen Belastungen weitgehend ihre Eigenschaften beibehält. Mit dieser "multi-slide"(Pulver) - Beschichtung von insbesondere Zylinderkopfdichtungen sollen allerdings nunmehr Anwendungen möglich sein, die bisher dem Einsatz von dauerhaften Kunststoffbeschichtungen verschlossen waren. Sie verbindet die positiven Eigenschaften des PEEK-Polymers mit denen von PTFE. Der Werkstoff PEEK sorgt dabei für hohe Standfestigkeit, gute Verschleißbeständigkeit relativ hohe thermische Stabilität und niedrige Gleitreibung.

Zunächst wurde, wie gesagt, die "multi-slide"-Beschichtung für die Metall-Zylinderkopfdichtungen wie z. B. "Monomet®" entwickelt. Dies hat eine zentrale Bedeutung sowohl für die Abdichtfunktion als auch für die Laufeigenschaften des Motors. Bei dem "multi-slide"-Verfahren wird eine Mehrlagenbeschichtung aus unterschiedlichen Kunststoffen als Pulver aufgetragen und danach gesintert.

Insgesamt erreicht man aber mit dieser Technik eine minimale Gesamtschichtdicke der "multi-slide"-Beschichtung von ca. 60 µm. Die Anpassungsfähigkeit der "multi-slide"-Beschichtung wird durch einen hohen Anteil von PTFE oder PFA erreicht. Eine gute Haftung der Beschichtung zum Substrat wird durch einen hohen Anteil eines Hochtemperaturthermoplasten, wie z. B. PEEK erzielt.

Wünschenswert ist aber auch, wie dies bereits in der DE 199 41 410 A1 angesprochen ist, einen Übergang, d. h. einen Gradienten von einem hohen PEEK-Anteil zu einem hohen Fluorthermoplast-Anteil zu erzielen. Dies wird durch einen Mehrschichtaufbau von z. B. zehn Schichten ("multi-slide") erreicht. Bei einer Gesamtdicke der Beschichtung von ca. 60 µm bedeutet dies allerdings eine Einzelschichtdicke von ca. 6 µm.

Eine Faserverstärkung der zuvor beschriebenen "multi-slide"-Beschichtungen ist in der Praxis nicht vorstellbar, weil übliche Faserdurchmesser z. B. bei Carbonfasern im Bereich von 7 µm und bei Glasfasern im Bereich von zwischen 6 und 9 µm liegen. Organische Fasern sind in der Regel noch wesentlich dicker und liegen bei Durchmessern von 12 bis 25 µm. Die Einzelschichtdicke kann aber, wie bereits oben festgestellt wurde, nur 6 µm betragen. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass jede einzelne Schicht bei dem oben beschriebenen "multi-slide"-Verfahren einzeln "gesintert" oder konsolidiert wird. Das Aufschmelzen des PEEK-Pulvers bei 380 °C führt aber zu einer starken Beanspruchung des Polymers und teilweise schon zu einem Abbau.

Insgesamt ist die "multi-slide"-Beschichtung als Kombination der Werkstoffe PEEK mit PTFE sicherlich daher ein neuer Weg, um den zunehmenden Temperaturen und der höheren Leistungsdichte moderner Motoren zu begegnen. Um diesen erhöhten Anforderungen an den Dichtungswerkstoff wirklich gerecht zu werden und wirtschaftlich zu produzieren, benötigt man aber ein Produkt, das bessere Eigenschaften und niedrigere Prozesskosten bringt als das "multi-slide" Verfahren.

Im Stand der Technik ist die Vliesstoffherstellung mit dem Nassverfahren in von der Papierherstellung abgeleiteten typischen Verfahrensweisen bekannt. In "Vliesstoffe", Viley-VCH, Viley-VCH-Verlag Weinheim 2000 ab Seite 235 ff ist ein derartiges Verfahren beschrieben. Das Verfahren wird dabei so durchgeführt, dass die Fasern in Wasser dispergiert werden, dass dann eine kontinuierliche Vliesbildung auf einem Siebband durch Filtration erfolgt und anschließend eine Verfestigung, Trocknung und Aufrollung der gebildeten Vliesbahn vorgenommen wird.

6
Derartige Verfahren werden im Wesentlichen für die Papierherstellung wie z.B. bei Synthesefaserpapier, Teebeutelpapier, Luftfilterpapier oder auch bei Zigarettenumhüllungspapieren eingesetzt.

- 5 Das Verfahren des Standes der Technik wird somit nur für die Herstellung von Spezialpapieren oder speziellen technischen Vliesstoffen als Endprodukt angewandt.

10 Aus EP 774 343 B1 sind weiterhin Formteile, insbesondere zur Verwendung als Fahrzeuginnenverkleidung bekannt, die aus Schmelzfasern und Verstärkungsfasern gebildet worden sind. In EP 774 343 B1 wird ein Formteil offenbart, das aus einer Kernschicht und einer Art Deckschicht besteht, wobei die Kernschicht aus Schmelzfasern und Verstärkungsfasern in einem entsprechenden Presswerkzeug unter Zufuhr von Wärme und Druck gebildet worden ist. Die Schmelzfasern können aus Ethylen, Polyethylen, Polyamid, Polypropylen, Polyvinylchlorid, Polystyrol, Polyamid oder einem anderen thermoplastischen Material oder Kombination dieser
15 Materialien gebildet sein. Die Verstärkungsfasern können Kunststoff, Natur-, Glas-, Metallfasern oder eine Kombination dieser Fasern sein. Das in der EP 774343 B1 offenbarte Formteil ist jedoch nur für Fahrzeuginnenverkleidungen, z. B. als Seitenverkleidungen, Hutablagen oder dergleichen geeignet und besitzt ungenügende Eigenschaften in Bezug auf die Dichte und Festigkeit und ist somit in der Anwendbarkeit auf die vorgenannten Anwendungen beschränkt.

20 Daher ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen neuartigen Flachdichtungswerkstoff mit hoher Festigkeit, guten Dämpfungseigenschaften, besten Gleit- und Verschleißseigenschaften und einstellbarer Dichte bereitzustellen, welcher für Dichtungsanwendungen und insbesondere Zylinderkopfdichtungsanwendungen geeignet ist.

Diese Aufgabe wird durch den Flachdichtungswerkstoff, der als gut handhabungsfähiges Vlies zu einem "composite film", d. h. zu einer faserverstärkten Folie unter Druck und Temperatur konsolidiert wurde, gemäß Anspruch 1 gelöst. Erstmals ist es erfindungsgemäß möglich, faserverstärkte Beschichtungen (composite films) für die Anwendung als Flachdichtung, insbesondere als Zylinderkopfdichtung in einem Arbeitsgang in Schichtdicken von minimal
30 25 µm aus wenigstens einer Vlieslage zu realisieren.

In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung enthalten.

35 Der erfindungsgemäße Flachdichtungswerkstoff in Form einer faserverstärkten Folie ist herstellbar durch Verpressung von mindestens einer Faservliesmatte unter Druck und erhöhter Temperatur. Der Verpressungsvorgang kann diskontinuierlich oder auch kontinuierlich erfolgen.

Die Verpressung kann erfindungsgemäß unter einem Druck von 0,05 bis 15 N/mm², einer Temperatur von bis zu 450 °C, d. h. einer Temperatur, die über dem Schmelzpunkt oder dem Erweichungspunkt der Schmelzfaser liegt, erfolgen. Die Verpressungszeiten liegen bei 5 bis 20 Minuten.

5

Erfindungsgemäß kann somit erstmalig aus hoch präzisen Ausgangsvliesen aus PEEK oder PPS mit Carbonfaser oder Glasfaser oder organischen Hochleistungsfasern und zusätzlichen Additiven in unterschiedlichen Mischungsverhältnissen, Verstärkungsfaseranteilen und Faserlängen von mindestens 0,1-30mm eine faserverstärkte Folie mit einer Minimaldicke von 25 µm hergestellt werden. Die Konsolidierung der Vliese kann dabei in einer Ausführungsform direkt auch auf einem Stahlsubstrat erfolgen. Dabei handelt es sich um ein Verfahren, wodurch Vliese direkt auf das Stahlsubstrat aufgebracht werden und z. B. in Taktpressen oder Doppelstahlbandpressen verpresst und der erfindungsgemäße Flachdichtungswerkstoff hergestellt wird. Die beheizten Pressen ermöglichen eine sowohl kontinuierliche als auch diskontinuierliche Herstellungsweise von Flachdichtungswerkstoffen oder Einzeldichtungen. Die Faservliesmatten aus den jeweiligen Werkstoffen können nacheinander auf das Substrat aufgebracht und konsolidiert werden. Somit ist es möglich, unterschiedliche Materialien miteinander zu kombinieren und auf diese Weise einen Gradientenwerkstoff herzustellen.

15

Erfindungsgemäß wird der Flachdichtungswerkstoff durch Verpressung von mindestens einer oder mehrerer, auch aus unterschiedlichen Materialien bestehenden, Faservliesmatten in einem beheizten Werkzeug unter Druck, insbesondere unter einem Druck von 0,05 bis 15 N/mm² hergestellt. Die Faservliesmatten enthalten mindestens eine erste Faser aus einem Hochleistungsthermoplasten oder einer metallischen Faser als Schmelzfaser mit einem Gewichtsanteil von 30 bis 90 % und mindestens einer zweiten Verstärkungsfaser aus einem Hochleistungswerkstoff, dessen Temperaturstabilität größer ist als die der Schmelzfaser, mit einem Gewichtsanteil von 10 bis 70 %, sowie 3 bis 10 Gew.-% eines Binders, wobei die Anteile der gesamten Formulierung der Faservliesmatte gewichtsbezogen sind, mit der Maßgabe, dass die Faserlänge der Schmelzfasern in der mittleren Häufigkeitsverteilung kleiner sind als die der Verstärkungsfasern.

30

Dadurch, dass die mittlere Verteilung der Faserlänge der Schmelzfaser kleiner ist als diejenige der Verstärkungsfaser, wird eine homogene Vermischung der beiden Faserarten erreicht, sodass dann beim späteren Weiterverarbeiten des Halbzeuges eine einheitliche homogene Verteilung der Verstärkungsfaser in dem Faserverbundwerkstoff erfolgt. Die Faserausrichtung der Fasern in der Schicht kann isotrop oder anisotrop sein.

35

Es ist deshalb beim erfindungsgemäßen Flachdichtungswerkstoff bevorzugt, wenn die Schmelzfaser 0,1 mm bis 30 mm, bevorzugt 2 mm bis 6 mm und ganz besonders bevorzugt 1,5 mm bis 3 mm lang ist. Die Verstärkungsfaser aus dem Hochleistungswerkstoff kann ebenfalls eine Länge von 0,1 mm bis 30 mm besitzen, ist aber, wie durch Patentanspruch 1 definiert wird, jeweils in ihrer mittleren Faserverteilung immer größer wie die Schmelzfaser. Geeignete Faserlängen für die Verstärkungsfasern sind 0,1 mm bis 18 mm, besonders bevorzugt 3 mm bis 12 mm.

Aus stofflicher Sicht umfasst die Erfindung im Bezug auf die Schmelzfaser alle im Stand der Technik bekannten Fasern, die aus einem Hochleistungsthermoplasten herstellbar sind. Beispiele für derartige Fasern sind Fasern aus Polyetheretherketon (PEEK), Poly-p-phenylensulfid (PPS), Polyetherimid (PEI), Polysulfon (PSU), Polyvinylethersulfon (PPSU), Polyethersulfon (PES), Polyaryletherketon (PAEK), Polyetherketon (PEK) und/oder Mischungen hiervon. Natürlich sind prinzipiell aber auch metallische Fasern, z. B. aus Zink, Blei, Bismut, oder deren Legierungen als Schmelzfasern einsetzbar. Voraussetzung ist nur, dass der Schmelz- oder Erweichungspunkt der Metallfasern unter 450 °C liegt.

Bei den Verstärkungsfasern können solche eingesetzt werden, die aus Hochleistungswerkstoffen herstellbar sind. Beispiele hierfür sind Fasern aus Polybenzoxazol (PBO), Polyimid (PI), Polybenzimidazol (PBI), Metallfasern, Glasfasern, Aramidfasern, Carbonfasern, Keramikfasern, Naturfasern und/oder Mischungen hiervon.

Wie vorstehend bereits erläutert wurde, ist die erfindungsgemäß verwendete Faservliesmatte so aufgebaut, dass die einzelnen Fasern mithilfe eines Bindemittels untereinander fixiert sind. Die Fasern selbst sind dabei noch so vorhanden, wie sie eingesetzt worden sind und nur durch das Bindemittel miteinander verbunden. Dieser Aufbau der Faservliesmatte ist wichtig, da für den später herzustellenden Verbundwerkstoff ein Aufspreizen der Verstärkungsfasern und/oder eine inhomogene Mischung vermieden werden muss.

Bei den Bindemitteln können gemäß der vorliegenden Erfindung solche eingesetzt werden auf Basis von Polyvinylalkohol (PVA), Polyvinylacetat (PVAC), Ethylenvinylacetat (EVA), Polyacrylat, Polyurethan (PUR), Polyamide, Harze, insbesondere z. B. Melaminharz oder Phenolharz, Polyolefine wie Polyethylen (PE), Polypropylen (PP) und Copolymeren hiervon.

Der Binder kann eine Dispersion sein und faserartigen oder folienartigen Charakter aufweisen. Im Falle eines faserartigen oder folienartigen Binders kann die Geometrie hinsichtlich des Längen-Breiten-Höhenverhältnisses im Bereich von 1:1 bis 1:100.000 variieren.

Die erfindungsgemäß verwendete Faservliesmatte kann selbstverständlich auch noch Additive enthalten. Solche Additive können eingesetzt werden, um die Eigenschaften der Faservliesmatte und somit auch nachfolgend des mit der Faservliesmatte hergestellten Faserverbundwerkstoffes zu beeinflussen. Gemäß der vorliegenden Erfindung können deshalb Additive eingesetzt werden, die Eigenschaften wie elektrische Leitfähigkeit, Wärmeleitfähigkeit, Reibungsverhalten, Temperaturbeständigkeit, Schlagzähigkeit, Festigkeit oder die Abrasionsbeständigkeit beeinflussen. Derartige Additive können z. B. in Form von Fasern, Fibrillen, Folien oder Pulpen eingesetzt werden. Die Additive können sowohl metallische oder keramische wie auch organische Pulver sein. Die Faservliesmatte kann deshalb auch als Funktionsschicht fungieren.

Wesentlich ist nun, dass die erfindungsgemäß eingesetzte Faservliesmatte ein sehr geringes Flächengewicht besitzt. Darüber hinaus kennzeichnend ist die hohe Gleichmäßigkeit des Flächengewichtes in Längs- und Querrichtung hinsichtlich der Dicke und Faserverteilung. Die Faservliesmatte kann je nach eingesetzten Verstärkungsfasern und Schmelzfasern und dessen Gewichtsanteile ein Flächengewicht von 8 bis 400 g/m², bevorzugt 50 bis 150 g/m² und eine Dichte von 30 bis 500 kg/m³ für organische Faserstoffe, bevorzugt 100 bis 200 kg/m³ aufweisen. Für die Verwendung von metallischen Fasern kann die zuvor genannte Raumdichte weit überschritten werden. Die Faservliesmatte nach der Erfindung ist bevorzugt 0,1 mm bis 4 mm, besonders bevorzugt 0,5 mm bis 2 mm dick. Das geringe Flächengewicht ermöglicht, dass beim späteren Verpressungsvorgang sehr dünne faserverstärkte Folien (composite films) hergestellt werden können.

Die für die Herstellung der Flachdichtungswerkstoffe eingesetzte Faservliesmatte kann weiterhin so aufgebaut sein, dass auf mindestens einer Außenseite der Faservliesmatte ein flächiges Substrat aufgebracht ist. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass dieses flächige Substrat z. B. auch als Funktionsschicht ausgebildet sein kann und dann im weiteren Verarbeitungsgang, d. h., wenn das Halbzeug zu einem Endprodukt verarbeitet wird, diese Funktionsschicht noch bestimmte Funktionen, wie eine Leitfähigkeit oder auch eine spezielle Klebefunktion, übernimmt. Das flächige Substrat kann dabei in Form eines Metallsubstrates, Gewebes, Geleges, Papiers oder Vlieses ausgebildet sein.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Herstellung einer Faservliesmatte, wie sie vorstehend beschrieben ist. Das erfindungsgemäße Verfahren sieht vor, dass die Schmelzfaser, um die Verstärkungsfasern in einem Dispergiermittel, bevorzugt Wasser, dispergiert werden, und dass dann eine kontinuierliche Vliesbildung auf einem Siebband durch Filtration erfolgt und anschließend eine Verfestigung und Trocknung des Vlieses erfolgt. Das Bindemittel kann dabei während des Dispergierschrittes und/oder während der Vliesbildung zugesetzt werden.

Gleichfalls ist es möglich, die Additive während des Dispergierschrittes oder während der Vliesbildung zuzusetzen.

Wie an und für sich aus dem Stand der Technik schon bekannt ist, wird auch beim Verfahren zur Herstellung einer Faservliesmatte mit einem schräg laufenden Sieb gearbeitet.

Erfindungsgemäß ist es möglich, einen Flachdichtungswerkstoff zu erzielen, dessen Dichte und Dicke sowohl durch die Dichte und Dicke der eingesetzten Vliese als auch durch die Verpressungs- (Konsolidierungs-) Parameter gesteuert werden kann. Dadurch ist es nun möglich, Faserverbundwerkstoffe mit einer Dichte herzustellen, die zwischen 0,25 und 6 g/cm³ liegt. Die Dicke der erfindungsgemäß hergestellten faserverstärkten Folie liegt im Bereich zwischen 0,025 bis 2,5 mm. Durch die Auswahl der Vliesbildung, durch geeignete Wahl der Verfahrensparameter kann ein gradiertes Vlies erzeugt werden, d. h., es können Übergänge von hohem Anteil an z. B. PEEK zu einem hohen Anteil an Verstärkungsfasern, sowohl in einem Einschicht- als auch in einem Mehrschichtaufbau erzielt werden. Somit ist ein kontinuierlicher Konzentrationswechsel von hoch haftfähigem reinem PEEK zu einem optimal faserverstärkten (langfaserverstärkten) Thermoplastcompound möglich.

Ein Konzentrationsgefälle von z. B. PEEK zu z. B. PTFE kann auch durch ein einfaches Übereinanderlegen von Vlieslagen mit unterschiedlicher Konzentration der verschiedenen Mischungskomponenten erzeugt werden. Dabei hilft die faserige Oberfläche und Struktur der einzelnen Vlieslagen eine innige Verbindung (Verzahnung) zwischen den konsolidierten Schichten zu gewährleisten; eine Schichtentrennung (Delamination) kann dadurch vermieden werden. Dies führt darüber hinaus zu einer wesentlich verringerten Kriechneigung zwischen den Schichten und damit zu einer höheren Standfestigkeit.

Durch die Auswahl der verschiedenen Vliese mit unterschiedlichen Werkstoffen, wie z. B. PEEK oder PTFE etc. kann ein Faserverbundwerkstoff mit gezielter Inhomogenität im Querschnitt, d. h. ein Gradientenwerkstoff hergestellt werden, der dann ebenso in der fertigen Dichtung vorliegt.

Durch die freie Wählbarkeit und der in engen Grenzen reproduzierbaren Flächenmasse der Ausgangsvliese können im konsolidierten Zustand Schichtstärken von minimal ca. 25 µm in einem Arbeitsgang aus einer Vlieslage realisiert werden; höhere Schichtstärken sind durch höheres Flächengewicht der Einzelvlieslage oder durch mehrfaches Übereinanderlegen der Einzelvlieslagen nahezu unbegrenzt erreichbar.

Dabei erfolgt die Konsolidierung in einem Schritt; mehrfache thermische Belastung des Hochtemperatur-Polymers wird dabei vermieden.

5 Die Langfaserverstärkung führt zu einem einstellbaren und genau definierbaren E-Modul, zur Optimierung von Festigkeit, Dämpfung, Verschleißverhalten, Reibungskoeffizient, Anpassungsvermögen, Elastizität, Kriech- und Fließeigenschaften des Metall-Kunststoffverbundes und damit des composite-films.

0 Darüber hinaus werden die o. a. Eigenschaften ebenfalls über die Art der Additive beeinflusst. Additive im Sinne der Erfindung sind dabei sowohl Bindersysteme als auch weitere Faser-, Pulver- oder nanoskalige Zuschlagstoffe unter anderem auch aus der Gruppe der traditionellen Gleitmittel und Gleitlagerwerkstoffe.

15 Additive können weiterhin auch Microspheres (Mikrohohlkugeln) sein, die zu einer gezielten Einstellung der Dichte und damit der Kompressibilität führen können (vgl. Anspruch 16). Die Mikrohohlkugeln sind insbesondere anorganische Mikrohohlkugeln mit einer durchschnittlichen Partikelgröße von 10 bis 300 μm und einer Druckstandsfestigkeit von 3,5 bis 70 MPa, insbesondere einer Druckstandsfestigkeit von etwa 40 MPa. Die anorganischen Mikrohohlkugeln werden der ursprünglichen Rezeptur zugefügt, so dass die Mikrohohlkörper in einer Matrix
20 eingebettet sind. Bei örtlicher Überbeanspruchung, d.h. bei Überschreitung der theoretischen Dichte, z.B. bei Schiefstellung oder Flanschblattneigung, wird die Last auf die im Dichtungsmaterial befindlichen Hohlkugeln geleitet, die in diesem Bereich zerstört werden. Die Matrix füllt dann zunächst den sich bildenden Hohlraum aus und die Werkstoffdicke kann bis zu einem Dichtebereich, der dem neuen, erhöhten theoretischen spezifischen Gewicht entspricht, reduziert werden, ohne horizontal auszuweichen.

Das spezifische Gewicht der Hohlkugeln wird durch ihre Zerstörung von ehemals 0,21 g/cm^3 auf 2,5 g/cm^3 erhöht. Dadurch erhöht sich auch das spezifische Gewicht des Gesamtmaterials, je nach Zerstörungsgrad der Hohlkugeln von 1,5 auf mind. 2,0 g/cm^3 .

30

Das durch die Zerstörung frei gewordene anteilige Luftporenvolumen ermöglicht eine weitere Verdichtung mit daraus resultierender Ausfüllung des Porenvolumens ohne horizontales Ausweichen der Dichtung. Durch eine relativ gute Verdichtbarkeit wird zusätzlich auch ein hochanpassungsfähig flexibles Dichtmaterial bereit gestellt, das bei relativ niedrigen Dichten
35 eine sehr gute Standfestigkeit und eine geringe Leckagerate aufweist.

- Die erfindungsgemäß verwendeten anorganischen Mikrohohlkörper bestehen insbesondere aus Glas, wobei Borsilikatglas bevorzugt ist oder aus Keramik, hier vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe der Silikate, wobei gesintertes Aluminiumsilikat bevorzugt ist. Besonders bevorzugt sind Mikrohohlkugeln aus Borsilikatglas, die je nach Produkttyp Natriumsilikat, Natriumborat, Methyltrimethylsiloxan oder Dimethylpolysiloxan enthalten. Die Mikrohohlkugeln weisen eine spezifische Dichte von 0,13 bis 1,1 g/cm³ auf, welche sich durch Zusammendrücken bzw. Zerstören der Hohlkugeln auf eine spezifische Dichte von mindestens 2,0 g/cm³ erhöht.
- 10 Erfindungsgemäß können die weiter oben angeführten Additive zusätzlich in einem separaten Arbeitsgang z. B. Sprühen, Tiefdruck, Siebdruck, und damit örtlich begrenzt auf den Composite film aufgebracht werden. Durch Konsolidierungsparameter ist die Porosität und damit die Dichte und Kompressibilität des Endproduktes (composite film) steuer- und reproduzierbar einstellbar. Auch dies beeinflusst insbesondere Eigenschaften wie die Anpassungsfähigkeit des gesamten Systems. Die Konsolidierung kann dabei in einem kontinuierlichen Prozess zu homogenen Dichten oder durch strukturierte Pressflächen zu beliebigen topografischen Oberflächen und damit zu örtlich unterschiedlicher Dichte (und damit Kompressibilität) führen.
- 20 Die Erfindung betrifft daher auch eine Dichtung, die aus dem oben beschriebenen Flachdichtungswerkstoff hergestellt ist und in einer besonderen Ausführungsform auf ein flächiges Substrat, insbesondere ein Stahlsubstrat, aufgebracht ist. Die erfindungsgemäße Dichtung kann eine örtlich unterschiedliche Dicke bzw. eine örtlich unterschiedliche topografische Oberfläche, d. h. eine Dicke aufweisen. Sie weist somit eine örtlich unterschiedliche Dichte und damit eine örtliche unterschiedliche Elastizität und Plastizität auf. Diese unterschiedliche Elastizität und Plastizität kann zum einen durch Auswahl der verschiedenen Vliesmatten, aus denen der Dichtungswerkstoff hergestellt ist, aber auch durch partielle sektorale Pressungen, d. h. örtlich unterschiedliche erzielt werden (vgl. dazu weiter unten Fig. 8 und Fig. 9).
- 30 Wie bereits zuvor ausgeführt wurde, kann eine unterschiedliche Elastizität und Plastizität durch unterschiedliche Faser- und Füllstoffgehalte innerhalb der Dichtflächen eingestellt werden. Diese unterschiedliche Elastizität und Plastizität kann in einer besonderen Ausführungsform der Erfindung über die Dichtfläche verteilt sein und durch mosaikartigen Zusammenbau von Werkstoffen unterschiedlicher Plastizität und Elastizität erreicht werden (vgl. weiter unten Fig. 4 bis Fig. 7 sowie Fig. 10 und Fig. 11).
- 35

Die erfindungsgemäße Dichtung kann ebenfalls in einer anderen Ausführungsform eingelegte Elastomerteile, keramische Werkstoffe sowie auch metallische Werkstoffe enthalten. Es handelt sich dabei um Sickenringe, aufgelegte oder eingelegte Blechringe, ungesickte Blechringe, um gesinterte oder ungesinterte Blechringe oder um gebördelte oder ungebördelte Einfassungen.

5 In einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist es möglich, dass die lokal eingestellte unterschiedliche Elastizität und Plastizität, die durch örtlich unterschiedliche Verpressungsstücke erreicht wird, nicht durch scharfe Übergänge, sondern durch weiche Übergänge gekennzeichnet ist (vgl. Anspruch 24).

10 In einer anderen Ausführungsform kann die Dichtung eine durch Formpressen erzeugte Dichtungsgeometrie aufweisen. Dabei kann die Dichtung jede bekannte Dichtungsgeometrie aufweisen, wie sie heute beispielsweise schon für Elastomerdichtungen, für Metallsickendichtungen oder für trägerlose Dichtungen verwendet wird (vgl. Figuren 10-15).

15 In einer weiteren Ausführungsform kann die durch Formpressen erzeugte Dichtungsgeometrie ein Kammprofil aufweisen. Dabei ist die Dichtung in einem Bereich durch in Reihen hintereinander angeordneter Dichtlippen ausgeführt. Die Dichtlippen bilden dabei im Schnitt eine kammartige Struktur. Verschiedene Ausführungen derartiger Kammprofile sind
20 beispielsweise in den Figuren 13 und 14 dargestellt.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Beispielen und Figuren näher beschrieben, ohne sie darauf einzuschränken.

Fig. 1 zeigt einen Querschnitt eines erfindungsgemäßen konsolidierten Präzisionsvlieses mit PEEK als Schmelzfaser, konsolidiert auf Stahlblech mit einer nahezu optimalen Dichte und nahezu keiner Porosität;

30 Fig. 2 zeigt eine Raster-Elektronenmikroskop-(REM)-Aufnahme eines Bruchbildes einer erfindungsgemäßen konsolidierten Vliesmatte mit PPS als Schmelzfaser und Carbonfaser als Verstärkung in einer relativ hohen Porosität und einer Dichte von $1,23 \text{ g/cm}^3$.

Fig. 3 zeigt eine Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Zylinderkopfdichtung, die aus dem Flachdichtungswerkstoff nach der Erfindung geformt ist;

35 Figuren 4 bis 7 und 10 bis 11 zeigen Schnittansichten von verschiedenen Ausführungsformen von erfindungsgemäßen Dichtungen, bei denen durch mosaikartigen Zusammenbau von

Werkstoffen eine unterschiedliche Elastizität und Plastizität erreicht wird;

Die Figuren 5 und 6 zeigen eine Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Dichtung, bei der die unterschiedlichen Elastizitäten und Plastizitäten durch topografisch gestaltete Pressplatten oder partielle, sektorale Pressungen erreicht werden;

Figuren 8 bis 12 zeigen Seitenansichten der erfindungsgemäßen Dichtung mit unterschiedlichen Elastizitäten und Plastizitäten sektoral über die Dichtungsfläche verteilt, die durch einen mosaikartigen Zusammenbau von Werkstoffen unterschiedlicher Plastizität und Elastizität erreicht werden.

Figuren 13 bis 15 zeigen Schnittansichten der erfindungsgemäßen Dichtung mit unterschiedlichen Ausprägungen für Formpressungen.

Das erfindungsgemäße Dichtungsmaterial mit der einzigartigen Dichtungsstruktur und den einzigartigen Eigenschaften wird üblicherweise durch eine Vliesstoffherstellung mit einem Nassverfahren in den von der Papierherstellung abgeleiteten typischen Verfahrensweisen hergestellt. Aus den Faservliesmatten wird dann unter Anwendung von Druck und Temperatur ein Dichtungswerkstoff hergestellt, der dann zur endgültigen Dichtung, insbesondere zu einer Zylinderkopfdichtung, weiterverarbeitet wird.

Figur 1 zeigt einen Querschliff eines erfindungsgemäßen konsolidierten Präzisionsvlieses mit PEEK als Schmelzfaser, konsolidiert auf Stahlblech mit einer nahezu optimalen Dichte und nahezu keiner Porosität. Das Bezugszeichen 2 bezeichnet die Grenzfläche zu einem Stahlsubstrat. Auf dem Stahlsubstrat ist ein Hochleistungsthermoplast 4 aufgebracht. In dem Hochleistungsthermoplasten 4 sind Additive 6 eingebracht. In dem Hochleistungsthermoplasten 4 sind ebenfalls HM-C-Fasern 8 eingebracht. Am unteren Rand des Schnittbildes ist noch ein Einbettungsmittel 10 zu erkennen.

Fig. 2 zeigt eine Raster-Elektronenmikroskop-(REM)-Aufnahme eines Querschliffs einer erfindungsgemäßen konsolidierten Vliesmatte mit PPS als Schmelzfaser und Carbonfaser als Verstärkungsfaser. Die Vliesmatte zeigt eine relativ hohe Porosität und einer Dichte von $1,23 \text{ g/cm}^3$. In der Aufnahme sind die Poren mit dem Bezugszeichen 12 gekennzeichnet. Die E-Glas Verstärkungsfasern sind bei 14 zu erkennen und in den Hochleistungsthermoplasten 16 eingebettet.

In Fig. 3 wird beispielsweise eine typische erfindungsgemäße Zylinderkopfdichtung in Draufsicht gezeigt, die aus dem Flachdichtungswerkstoff nach der Erfindung geformt ist. Das Bezugszeichen 18 gibt dabei eine Zone mit höherer Dichte und höherer Federsteifigkeit und geringer Kompressibilität an. Die Zone, die mit Bezugszeichen 26 bezeichnet ist, weist eine niedrigere Dichte als die der Zone 18, niedrigere Federsteifigkeit und hohe Kompressibilität und hohe Rückfederung.

Die Zonen 20, 22 und 24 in Fig. 3 weisen eine mittlere Dichte und mittlere Federsteifigkeit auf, mittlere Kompressibilität und mittlere Rückfederung auf.

In den Fig. 4 bis 7 bezeichnen Bezugszeichen 30, 32 und 34 unterschiedliche Bereiche der erfindungsgemäßen Dichtung, die durch den mosaikartigen Zusammenbau der jeweiligen Werkstoffe 30, 32 und 34 erreicht wird.

In Figur 4 ist ein Schichtaufbau einer Dichtung auf einem Substrat 34 dargestellt. Auf dem Substrat 34 sind Lagen 30, 32 mit verschiedenen Dichten, Elastizitätsmodulen und Rückfederungseigenschaften dargestellt. Dabei ist auf dem durchgehenden Substrat 34 eine Anzahl von jeweils mosaikartig zusammengesetzten Schichten übereinander gelegt. Damit kann ein beliebig gestalteter Aufbau eine Dichtung erhalten werden. Die Dichtung der vorliegenden Erfindung ist dabei nicht auf eine Substratlage 34 angewiesen. Die Dichtung der vorliegenden Erfindung ist ebenfalls nicht auf eine bestimmte Anzahl von verschiedenen Lagen 30, 32 beschränkt. Hier und im Folgenden sei angenommen, dass die Lage 30 eine Lage mit hoher Dichte, und dass die Lage 32 eine Lage mit geringerer Dichte ist. Die Darstellung in Figur 4 zeigt das Verschachtelungsprinzip in Mosaikform, vor der Konsolidierung der Vliese. Diese mosaikartige Verschachtelungsform kann sowohl in der Aufsicht als auch in der Schnittansicht vorliegen und erkannt werden. In Figur 4 jedoch ist das Mosaik nur in der Schnittansicht gezeigt.

In Figur 5 ist die Dichtung auf zwei Dichtungslagen 32 und 30 beschränkt, wobei die Dichtungslage 32 auf die durchgehende Dichtungslage 30 aufgesetzt ist. Die Darstellung in Figur 5 zeigt ein einfaches Auflegen vor der Konsolidierung der Vliese. In Figur 6 ist die Dichtung ebenfalls auf zwei Dichtungslagen 32 und 30 beschränkt. Die dargestellte Struktur kann durch Verpressen einer in Figur 5 dargestellten Dichtungsstruktur erreicht werden. Die dargestellte Struktur kann auch durch eine mosaikartige Zusammenlegung der Lagen 30 und 32 auf einer Lage 30 entsprechend Figur 6 hergestellt werden.

Figur 7 stellt im Wesentlichen die in Fig. 6 dargestellte Dichtungsstruktur dar, die in einem Bereich mit einer Sicke 36 versehen ist, um eine höhere Elastizität zu erreichen.

- 5 In den Figuren 8 und 9 wird die unterschiedliche Topographie der erfindungsgemäßen Dichtung durch sektorale Pressungen mit örtlich unterschiedlichen Verpressungsdrücken erreicht (vgl. Anspruch 24).

- 10 Dabei bezeichnet das Bezugszeichen 38 in Figur 8 eine topografische Ausformung der Dichtung, um Bereiche mit unterschiedlicher Dichte und Elastizität zu erhalten.

- 15 In Figur 9 sind die Zonen höherer Elastizität 44, Zonen mittlerer Elastizität 42 und Zonen geringer Elastizität 40, durch eine topografische Ausformung der Dichtung angeordnet um in der Dichtungsebene eine gestaffelte Dichtwirkung zu erzeugen.

- 20 In den Figuren 10 und 12 sind Kombinationen einer topografischen Ausformung und einer moosikartigen Aneinanderlegung von Dichtungsmaterialien dargestellt.

- In Figur 11 ist eine Funktionslage mit einer Sicke und einer entsprechenden topografischen Ausformung sowie mit einer Kombination von Dichtungs- bzw. Vlieslagen dargestellt.

- 25 Fig. 13 bis 15 zeigen Schnittansichten der erfindungsgemäßen Dichtung mit unterschiedlichen Ausprägungen für Formpressungen.

- 30 Fig. 13 zeigt eine Schnittansicht der erfindungsgemäßen Dichtung mit einer als Kammprofil ausgeprägten Formpressung. Die Dichtung weist eine Stirnfläche 62 auf, die dem abzudichtenden Hohlraum zugewandt ist. In einem der Stirnfläche 62 angrenzenden Bereich ist die Dichtung mit einem versetzten Kammprofil 50 versehen. Das versetzte Kammprofil 50 weist Dichtungserhebungen 54 auf, die auf beiden Seiten der Dichtung gegeneinander versetzt sind. Der Übergang von der einer Reihe aufeinander folgender Vollsicken von Figur 12 zu einem versetzten Kammprofil 50 ist fließend, wobei das versetzte Kammprofil 50 Strukturen aufweisen kann, die kleiner sind als die Dicke der Dichtung. Die Linien 64 veranschaulichen den weiteren Verlauf der Dichtung, wenn angenommen wird, dass einen um die Achse 66 kreisförmigen Spalt bzw. Hohlraum abdichtet.

- 35 Fig. 14 zeigt eine Schnittansicht einer erfindungsgemäßen Dichtung mit einer als Kammprofil ausgeprägten Formpressung. Die Dichtung weist wie die Dichtung von Figur 13 eine Stirnfläche 62 auf, die dem abzudichtenden Hohlraum zugewandt ist. In einem der Stirnfläche 62

A7

angrenzenden Bereich ist die Dichtung mit einem Kammprofil versehen, das im Gegensatz zu der Dichtung von Figur 13 nicht versetzt ist. Das Kammprofil weist Dichtungserhebungen 54 auf, die auf beiden Seiten der Dichtung im Wesentlichen übereinander liegen. Wie in Figur 13

5 veranschaulichen die Linien 64 den weiteren Verlauf der Dichtung, wenn angenommen wird, dass sie einen um die Achse 66 kreisförmigen Spalt bzw. Hohlraum abdichtet.

Die Dichtung ist in Figur 14 ebenfalls mit aufgesetzten Vlieslagen 54 dargestellt, die die Dichtungseigenschaften der Dichtung angrenzend an das Kammprofil steuern können.

10

Die Dichtungen von Figur 13 und 14 können auch mit Vlieslagen versehen sein, die sich auch in den Bereich des Kammprofils erstrecken. Es ist ebenfalls möglich das Kammprofil in Art einer Stufenpyramide aus übereinander gelegten Vlieslagen aufzubauen. Dieser mehrlagige Aufbau kann mit einer Formpressung kombiniert werden und so die in den Figuren 13 und 14, 15 dargestellten Ausführungsformen von Kammprofilen aufweisen. Dabei ist die Dichtung in einem Bereich durch in Reihen hintereinander angeordneter Dichtflächen ausgeführt. Die Dichtflächen bilden dabei im Schnitt eine kammartige Struktur.

20

In Figur 15 ist eine Funktionslage durch eine Formpressung mit einer doppelten Dichtungslippe 58 versehen. Die Stirnfläche 62 ist dabei als eine doppelte Dichtungslippe 58 ausgeführt. Die Dichtungslippen 58 werden bei einem an der Fläche 62 anliegenden Überdruck gegen die (nicht gezeigten) abzudichtenden Flächen gedrückt, was deren Dichtwirkung verstärkt. Wie in Figuren 13 und 14 veranschaulichen die Linien 64 den weiteren Verlauf der Dichtung die einen, um eine Achse 66 kreisförmigen Spalt bzw. Hohlraum abdichtet.

30

Die erfindungsgemäße Dichtung kann in einer Ausführungsform auch eingelegte Elastomerteile, keramische Werkstoffe und metallische Werkstoffe aufweisen. Die Dichtungen können Sickenringe, aufgelegte oder eingelegte Blechringe, ungesickte Blechringe und gebördelte Einfassungen sowohl innen als auch außen aufweisen.

Beispiele 1 bis 13: alle Angaben in Gew.-%

Beispiel 1 Herstellung einer Faservliesmatte

Unter VP00091 wurde das folgende Faservlies erzeugt:

35

75 % PEEK

10 % Carbon HM-C Faser

15 % Additiv (Aramid)

Beispiel 2 Herstellung einer Faservliesmatte

5, Unter VP00090 wurde das folgende Faservlies erzeugt:

75 % PEEK

15 % Carbon HM-C Faser

10 % Additiv (Aramid)

10 **Beispiel 3 Herstellung einer Faservliesmatte**

Unter VP00093 wurde das folgende Faservlies erzeugt:

75 % PEEK

20 % Carbon HM-C Faser

5 % Additiv (Aramid)

15 **Beispiel 4 Herstellung einer Faservliesmatte**

Unter VP00094 wurde das folgende Faservlies erzeugt:

75 % PEEK

20 % Aramid Faser

20 5 % Additiv (Aramid)

Beispiel 5 Herstellung einer Faservliesmatte

Unter Präzisionsvlies VP00095 wurde das folgende Faservlies erzeugt:

75 % PEEK

10 % Carbon HM-C Faser

5 % Additiv (Aramid)

5 % PTFE Additiv

Beispiel 6 Herstellung einer Faservliesmatte

30 Unter Präzisionsvlies VP00096 wurde das folgende Faservlies erzeugt:

85 % PEEK

15 % Additiv (Aramid)

Beispiel 7 Herstellung einer Faservliesmatte

35 Präzisionsvlies

50 % PEEK

5 % Additiv (Aramid)

45 % PTFE Additiv

In den Beispielen 1 bis 7 wurden Flächengewichte der Faservliesmatten von 100 g/m^2 eingestellt.

5

Beispiel 8 Herstellungsbeispiel für Flachdichtungswerkstoff

Aus den Vliesen gemäß den obigen Beispielen 1 bis 7 wurden konsolidierte Faserverbundwerkstoffe erzeugt:

Einlagige Verpressung

10 Verpressungstemperatur: 350°C bis 450°C

Verpressungszeit: 4 bis 15 min

Flächenpressung: angepasst

Resultierende Dicke: $70 \mu\text{m}$

Dichte: $1,43 \text{ g/cm}^3$

15 **Beispiel 9 Herstellung einer Faservliesmatte**

Unter Präzisionsvlies VP00055 wurde das folgende Faservlies erzeugt:

60 % PPS

30 % Carbon HM-C-Faser

10 % Additiv

20

In den obigen Beispielen 1 bis 9 wurden jeweils Flächengewichte von 100 g/m^2 für die jeweiligen Faservliesmatten eingestellt.

Beispiel 10 Herstellungsbeispiel für Verbundwerkstoff

Aus einem Vlies gemäß Beispiel 9 wurde ein konsolidierter Flachdichtungswerkstoff hergestellt.

Achtlagige Verpressung

Verpressungstemperatur: 350°C bis 450°C

Verpressungszeit: 4 bis 15 min

Flächenpressung: angepasst

30 Resultierende Dicke: 1,93 mm

Dichte: $0,48 \text{ g/cm}^3$

Beispiel 11 Herstellung einer Faservliesmatte

Unter VP000061 wurde das folgende Faservlies erzeugt:

35 70 % PEEK

20 % E-Glas-Faser

10 % Additiv

Flächengewicht: 115 g/m²

5 **Beispiel 12 Herstellungsbeispiel für Flachdichtungswerkstoff**

Aus dem Vlies gemäß Beispiel 11 wurde ein konsolidierter Flachdichtungswerkstoff erzeugt:

Achtlagige Verpressung

Verpressungstemperatur: 350 °C bis 450 °C

Verpressungszeit: 4 bis 15 min

10 Resultierende Dicke: 0,68 mm

Dichte: 1,23 g/cm³

Bezugszeichenliste:

	2	Grenzfläche zum Stahlsubstrat
5	4	Hochleistungsthermoplast
	6	Additive
	8	HM-C-Fasern
	10	Einbettungsmittel
	12	Poren
0	14	E-Glas Verstärkungsfasern
	16	Hochleistungsthermoplast
	18	Zone höherer Dichte
	20	Zone niedriger Dichte
	22, 24, 26	Zonen mit mittlerer Dichte
	30	Dichtungslage hoher Dichte
	32	Dichtungslage niedriger Dichte
	34	Substratlage
	36	Sicke
	38	Topografie
20	40	Zone niedriger Elastizität
	42	Zonen mittlerer Elastizität
	44	Zonen höherer Elastizität
	50	Kammprofil (versetzt)
	52	Flachdichtung
25	54	Kammprofil
	56	Vlieslagen
	58	Dichtungslippe
	60	Dichtungsmaterial
	62	Kante zum Dichtungsraum
30	64	projizierte Kanten
	66	Symmetrieachse

Neue Deutsche Patentanmeldung

Titel:

Anmelder:

Unser Zeichen:

Datum:

Flachdichtungswerkstoff in Form einer faserverstärkten Folie

Frenzelit-Werke GmbH & Co. KG

91561 DE (BE/ST)

10.10. 2003

PATENTANSPRÜCHE

- 5 1. Flachdichtungswerkstoff, insbesondere für Zylinderkopfdichtungsanwendungen, in Form einer faserverstärkten Folie, herstellbar durch Verpressung von wenigstens einer oder von mehreren Faservliesmatten, enthaltend
- 15 mindestens eine erste Faser mit einem Hochleistungsthermoplasten als Schmelzfaser mit einem Gewichtsanteil von 30 bis 90 %, und mindestens einer zweiten Verstärkungsfaser aus einem Hochleistungswerkstoff, dessen Temperaturstabilität größer ist als die der Schmelzfaser, mit einem Gewichtsanteil von 10 bis 70 %, sowie 3 bis 10 Gewichtsprozent eines Binders, wobei die Gewichtsanteile auf die gesamte Formulierung der Faservliesmatte bezogen sind, mit der Maßgabe, dass die mittlere Faserlängenverteilung der Schmelzfaser
- 20 kleiner ist als die der Verstärkungsfaser, unter Druck und erhöhter Temperatur zu einer faserverstärkten Folie.
2. Flachdichtungswerkstoff gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verpressung bei einem Druck von 0,05 bis 15 N/mm² und einer Temperatur von bis zu
- 25 450 °C durchgeführt worden ist.
3. Flachdichtungswerkstoff gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Faservliesmatte auf ein Substrat, insbesondere ein Stahlsubstrat, aufgebracht und unter Erwärmung und Druck konsolidiert worden ist.
4. Flachdichtungswerkstoff gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Faservliesmatten nacheinander auf ein Substrat, insbesondere ein Stahlsubstrat, aufgebracht und unter Erwärmung und Druck konsolidiert worden sind.
- 30 5. Flachdichtungswerkstoff gemäß einem oder mehrerer der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Faservliesmatten ein Flächengewicht von 8 bis 400 g/m², insbesondere von 80 bis 150 g/m², aufweisen.

6. Flachdichtungswerkstoff gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Faservliesmatten eine Dichte von 30 bis 500 kg/m³ aufweisen.
5. 7. Flachdichtungswerkstoff gemäß einem der vorgehenden Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die mittlere Faserlängenverteilung der Schmelzfaser und der Verstärkungsfaser im Bereich von 0,1 mm bis 30 mm liegt.
8. Flachdichtungswerkstoff gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die mittlere Faserlängenverteilung der Schmelzfaser 2 bis 6 mm ist.
10. 9. Flachdichtungswerkstoff gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die mittlere Faserlängenverteilung der Schmelzfaser 2,5 bis 3,5 mm ist.
15. 10. Flachdichtungswerkstoff gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die mittlere Faserlängenverteilung der Verstärkungsfaser 6 bis 18 mm ist.
11. Flachdichtungswerkstoff gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die mittlere Faserlängenverteilung der Verstärkungsfaser 6 bis 12 mm ist.
20. 12. Flachdichtungswerkstoff gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmelzfaser ausgewählt ist aus der Gruppe aus Polyetheretherketon (PEEK), Poly-p-phenylensulfid (PPS), Polyether-imid (PEI), Polysulfon (PSU), Polyvinylethersulfon (PPSU), Polyethersulfon (PES), Polyaryletherketon (PAEK), Polyetherketon (PEK) und/oder Gemische davon, und insbesondere ausgewählt ist aus gefülltem oder ungefülltem PPS, PEK und PEEK und deren Gemischen und aus der Gruppe der metallischen Schmelzfasern.
30. 13. Flachdichtungswerkstoff gemäß einem der vorgehenden Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkungsfaser ausgewählt ist aus der Gruppe aus Glasfasern, Aramidfasern, Carbonfasern, Keramikfasern, Metallfasern, Polyimidfasern, Polybenzoxazolfasern und Naturfasern und/oder Mischungen davon.
35. 14. Flachdichtungswerkstoff gemäß der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Binder ausgewählt ist aus Verbindungen, die auf Basis von Acrylat, Vinylacetat, Polyvinylacetat, Polyvinylalkohol, Polyurethanharzen, Polyaramiden, Polyolefinen oder Copolymere hiervon oder Mischungen hiervon, aufgebaut sind.

24

15. Flachdichtungswerkstoff gemäß Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Binder faserig oder folienartig ist und die Geometrie des faserigen oder folienartigen Binders hinsichtlich des Längen-Breiten-Höhen-Verhältnisses im Bereich von 1:1 bis 1:100.000 variiert.

5 16. Flachdichtungswerkstoff gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Faservliesmatten zusätzlich Additive enthalten, die insbesondere ausgewählt sind aus der Gruppe, bestehend aus tribologischen Zusätzen, Additiven aus Fasern, Fibrillen, folienartigen Strukturen, Pulpe, metallischen oder keramischen Pulvern oder anorganischen Mikrohohlkugeln mit einer durchschnittlichen Partikelgröße von 10 bis 10
300 μm und einer Druckfestigkeit von 3,5 bis 70 MPa und/oder Mischungen hiervon.

17. Flachdichtungswerkstoff gemäß Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass als Additive PTFE-Fasern oder Pulver, PI-Fasern, Polyaramidfaser oder -folien oder Pulver im Flachdichtungswerkstoff enthalten sind.

18. Flachdichtungswerkstoff gemäß einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die faserverstärkte Folie eine Dicke von 0,025 mm bis 2,5 mm aufweist.

20 19. Flachdichtungswerkstoff gemäß einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Flachdichtungswerkstoff nach Verpressung bzw. Konsolidierung eine Dichte von 0,25 g/cm^3 bis 6 g/cm^3 aufweist.

20. Faserverbundwerkstoff gemäß einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmelzfaser, die Additive und die Verstärkungsfasern homogen verteilt in der Faservliesmatte vorliegen.

21. Faserverbundwerkstoff gemäß einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass er eine gezielte Inhomogenität im Querschnitt aufweist.

30 22. Dichtung, insbesondere Zylinderkopfdichtung, dadurch gekennzeichnet, dass sie aus einem Flachdichtungswerkstoff gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 21 besteht und gegebenenfalls auf ein flächiges Substrat, insbesondere ein Stahlsubstrat, aufgebracht ist.

35 23. Dichtung gemäß Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine örtlich unterschiedliche Dichte bzw. eine örtlich unterschiedliche topografische Oberfläche bzw.

Dicke, d. h. eine örtlich unterschiedliche Dichte und damit eine örtlich unterschiedliche Elastizität und Plastizität aufweist.

- 5 24. Dichtung gemäß einem der Ansprüche 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, dass die unterschiedliche Elastizität und Plastizität durch topografisch gestaltete Pressplatten oder partielle, sektorale Pressungen mit örtlich unterschiedlichen Verpressungsdrücken erreicht werden.
- 10 25. Dichtung gemäß einem der Ansprüche 22 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die unterschiedliche Elastizität und Plastizität durch unterschiedliche Faser- und oder Füllstoffgehalte innerhalb der Dichtflächen eingestellt werden.
- 15 26. Dichtung gemäß einem der Ansprüche 22 bis 25 dadurch gekennzeichnet, dass die unterschiedliche Elastizität und Plastizität sektoral über die Dichtfläche verteilt ist und durch mosaikartigen Zusammenbau von den Faservliesmatten unterschiedlicher Elastizität und Plastizität erreicht wird.
- 20 27. Dichtung gemäß einem der Ansprüche 22 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass der für die Dichtung eingesetzte Flachdichtungswerkstoff unterschiedliche Elastizität und Plastizität aufweist und die Dichtung sowohl Verbundwerkstoffe, eingelegte Elastomerteile, keramische Werkstoffe als auch metallische Werkstoffe wie z. B. Sickenringe, aufgelegte oder eingelegte Blechringe, ungesickte Blechringe, gebördelte Einfassungen enthält.
28. Dichtung gemäß einem der Ansprüche 22 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass in einem separaten Arbeitsgang durch Sprühen, Tiefdruck, Siebdruck Additive örtlich begrenzt auf die Vliesstoffe aufgebracht worden sind.
- 30 29. Dichtung gemäß einem der Ansprüche 22 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass in einem separaten Arbeitsgang durch Sprühen, Tiefdruck, Siebdruck Additive örtlich begrenzt auf die faserverstärkte Folie aufgebracht worden sind.
- 35 30. Dichtung gemäß einem der Ansprüche 22 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass in einem separaten Arbeitsgang durch Sprühen, Tiefdruck, Siebdruck Additive örtlich begrenzt auf die Dichtung aufgebracht worden sind.

31. Dichtung gemäß einem der Ansprüche 22 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtung eine durch Formpressen erzeugte Dichtungsgeometrie aufweist.

5 32. Dichtung gemäß einem der Ansprüche 22 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtung ein Kammprofil zur Abdichtung aufweist.

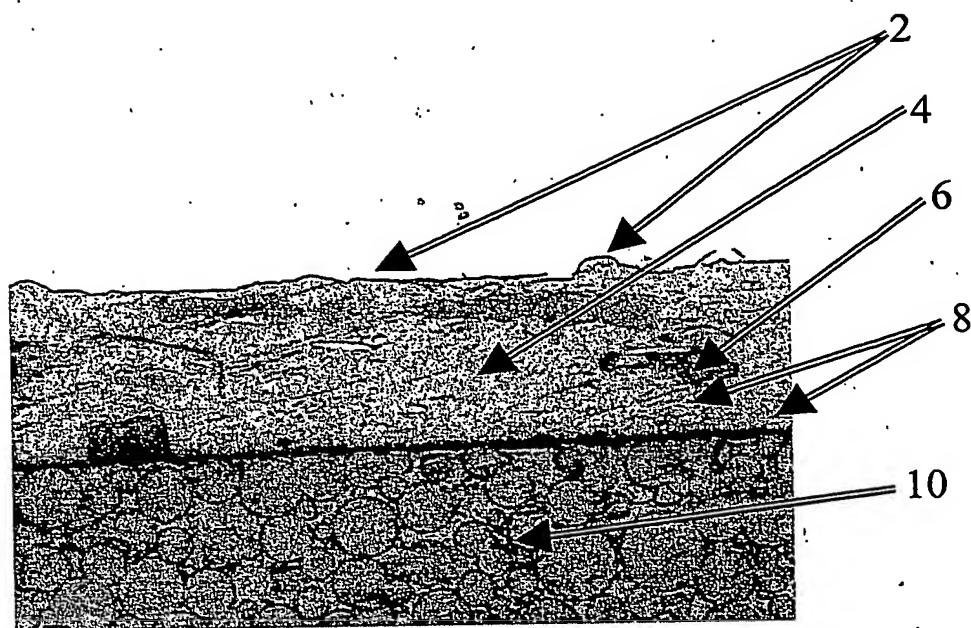


Fig. 1

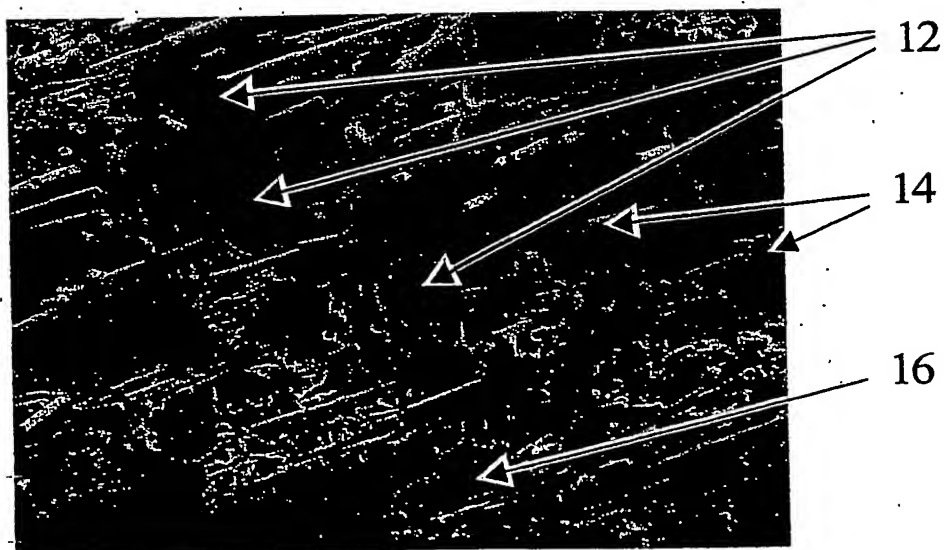


Fig. 2

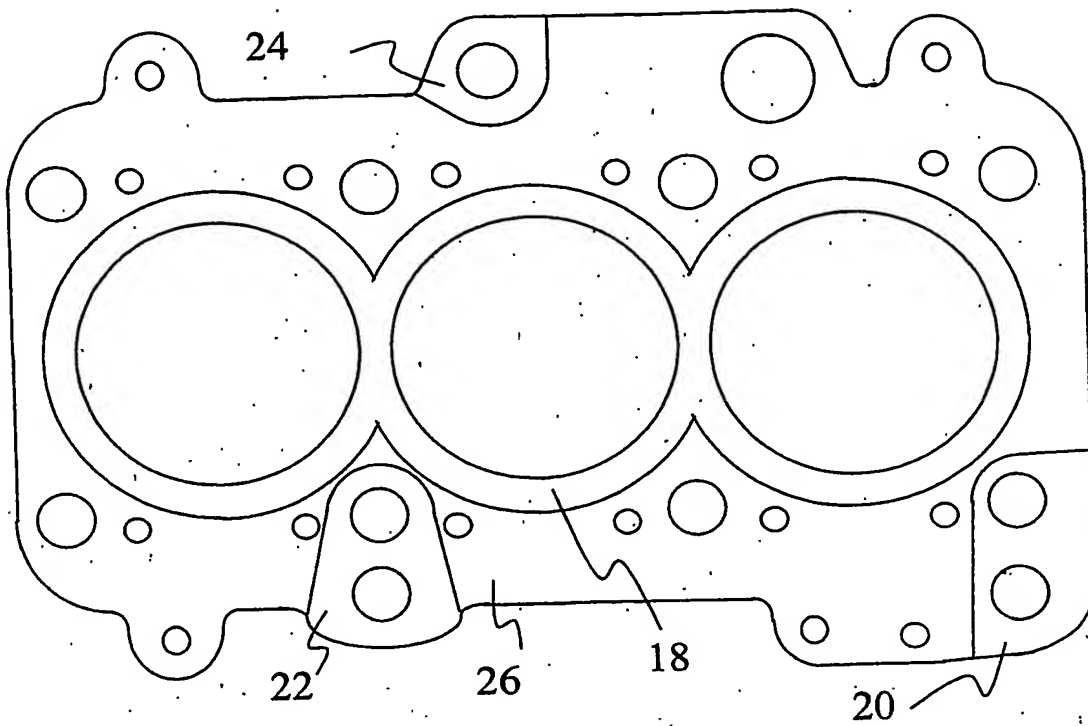


Fig. 3

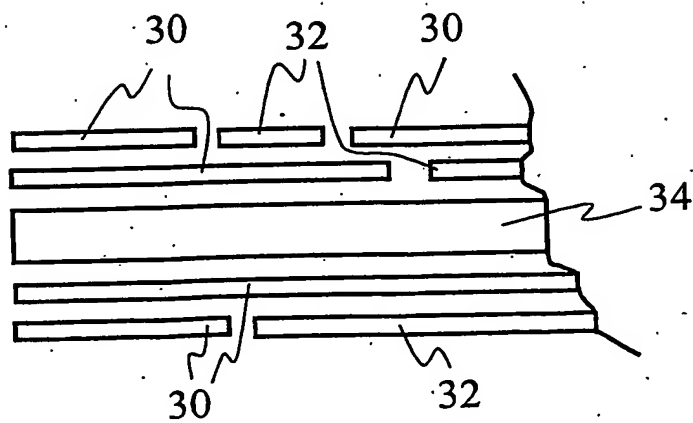


Fig. 4

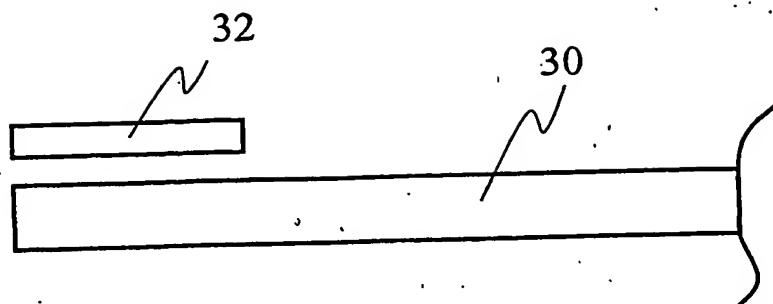


Fig. 5

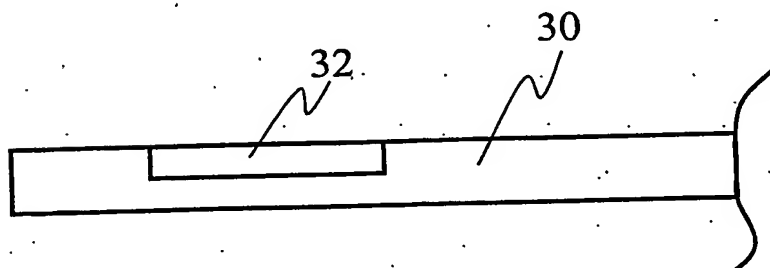


Fig. 6

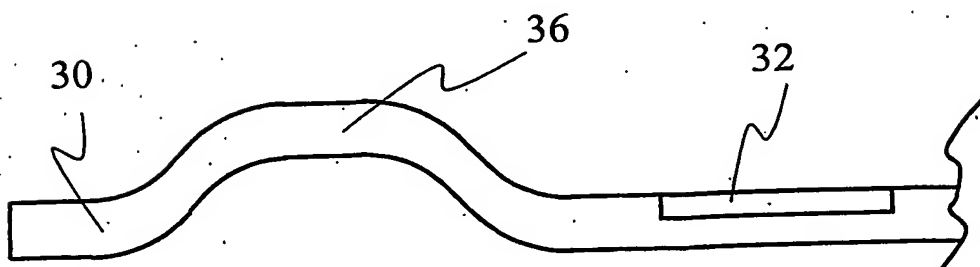


Fig. 7

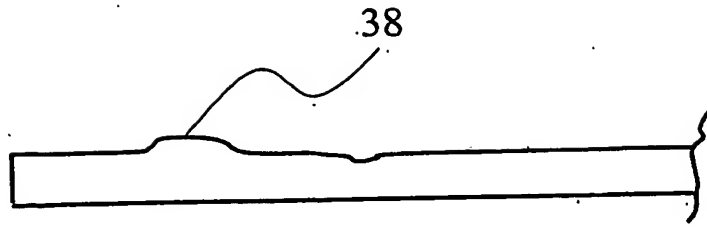


Fig. 8

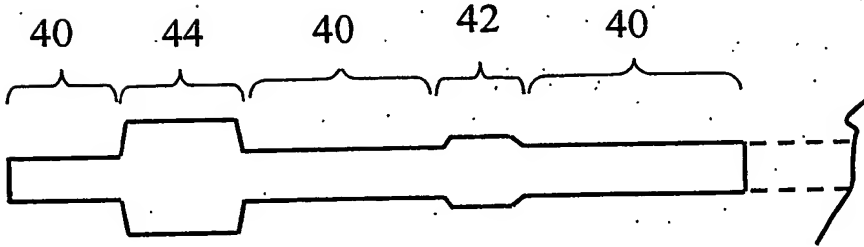


Fig. 9

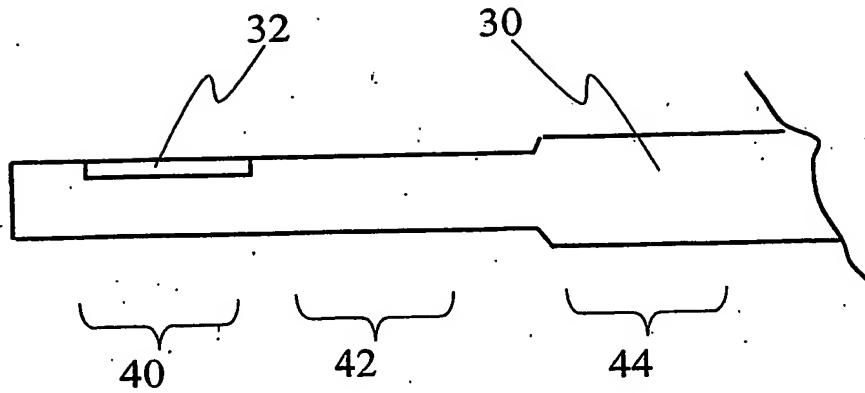


Fig. 10

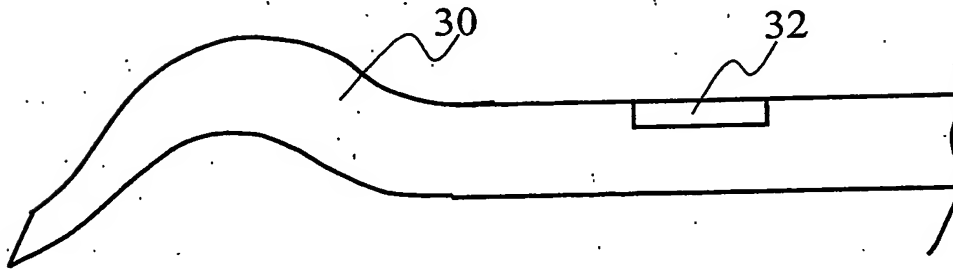


Fig. 11

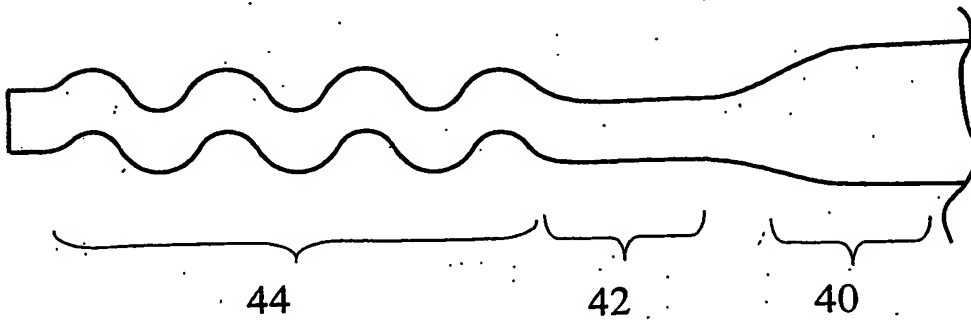


Fig. 12

6/6

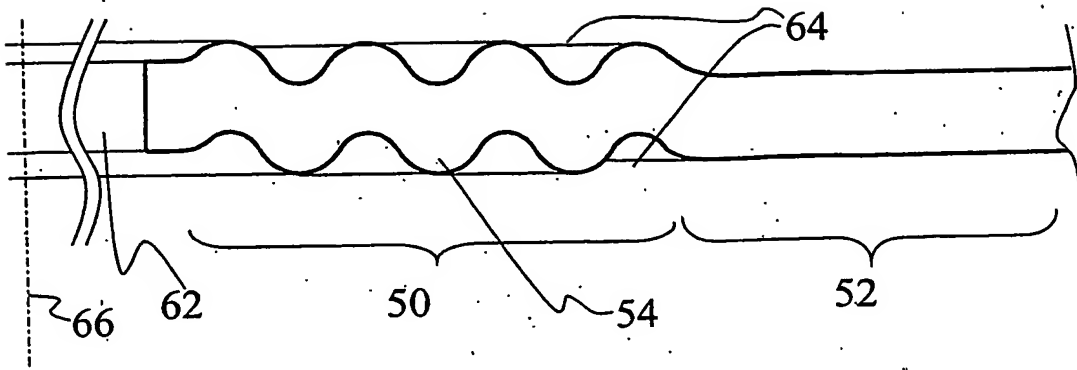


Fig. 13

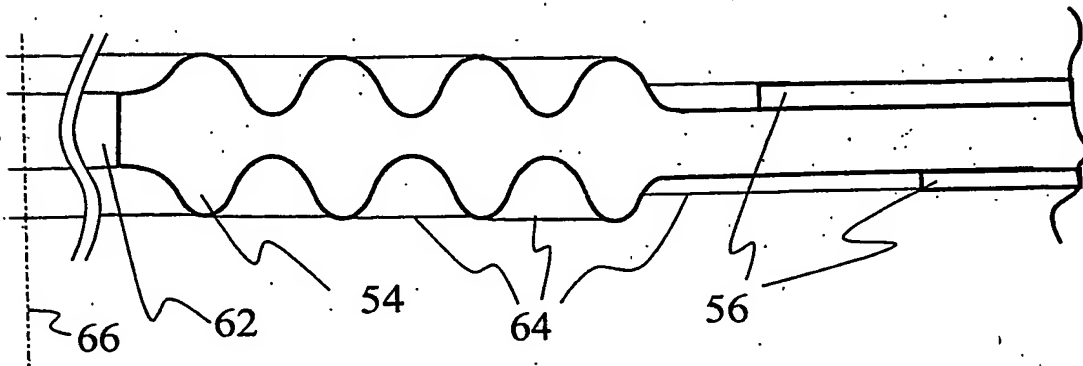


Fig. 14

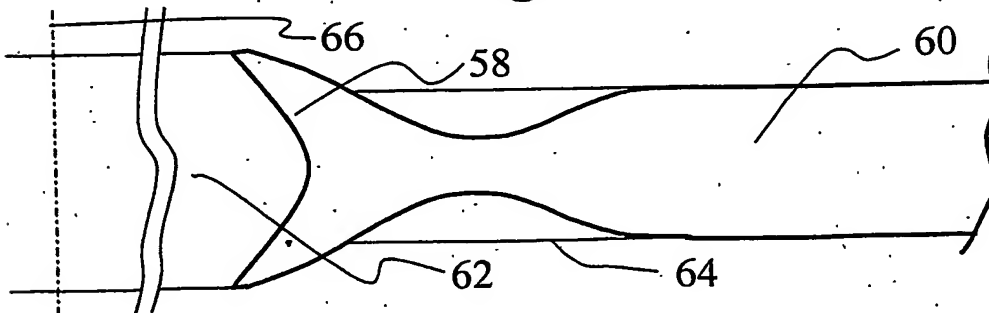


Fig. 15

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.